



Japanese Patent Application National Publication Gazette;

Japanese Patent Application National Publication No. Hei 11 - 503533

Date of Publication: March 26, 1999

Title of the Invention: A method of displaying a three-dimensional image and an apparatus thereof

Summary:

A three-dimensional image is displayed using a so called 「alternate eye」 type projection method in which the left eye and the right eye of an observer are alternately interrupted in synchronism with the display of an image such that his left eye sees only the left eye image and his right eye sees only the right eye image. The interruption is performed by respective electrical/optical liquid crystal shutters each of which has a front linear polarized filter having a predetermined polarization axis. Respective shutters for the observer are oriented such that predetermined polarization axes form a predetermined angle between them. The projected image is linearly polarized such that the left eye image is polarized along an axis parallel to a predetermined axis of the electrical/optical shutter for the left eye of the observer, and the right eye image is polarized along an axis parallel to a predetermined axis of the electrical/optical shutter for the right eye of the observer. Even in the case of projecting a highly contrasted image, for example, projecting a dark figure or the like against a white background, ghosts which may be sensed are largely reduced.

Best Available Copy

- (19)【発行国】日本国特許庁(JP)
(12)【公報種別】公表特許公報(A)
(11)【公表番号】特表平11-503533
(43)【公表日】平成11年(1999)3月26日
(54)【発明の名称】立体画像の表示方法および装置
(51)【国際特許分類第6版】

G03B 35/16
35/26

【FI】

G03B 35/16
35/26

【審査請求】未請求

【予備審査請求】有

【全頁数】16

- (21)【出願番号】特願平8-530598
(86)(22)【出願日】平成8年(1996)4月9日
(85)【翻訳文提出日】平成9年(1997)10月13日
(86)【国際出願番号】PCT/CA96/00221
(87)【国際公開番号】WO96/32665
(87)【国際公開日】平成8年(1996)10月17日
(31)【優先権主張番号】2, 146, 811
(32)【優先日】1995年4月11日
(33)【優先権主張国】カナダ(CA)
(81)【指定国】EP(AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), AU, CN, JP, KR, MX, US
(71)【出願人】

【氏名又は名称】イマックス コーポレーション

【住所又は居所】カナダ国 エム4ワイ 1エヌ1 オンタリオ トロント イザベラ ストリート 38

(57)【要約】

観察者の左目が左目画像のみを、右目は右目画像のみを見るように観察者の各目を画像の表示と同期して交互に遮断するいわゆる「交互の目」方式の投影法を用いて立体画像を表示する。遮断は所定の偏光軸を有する前方直線偏光フィルタを有する各電気光学液晶シャッターで行う。観察者用の各シャッターは所定偏光軸が互いに一定角度をなすように方向付けられている。投影画像は左目画像が観察者の左目用電気光学シャッターの所定軸に平行な軸に沿って偏光され、また、右目画像が観察者の右目用電気光学シャッターの所定軸に平行な軸に沿って偏光されるように直線偏光される。コントラストの高い画像の投影、例えば白色背景に対して暗色の図柄を投影する場合でも知覚可能なゴーストが大幅に減少する。

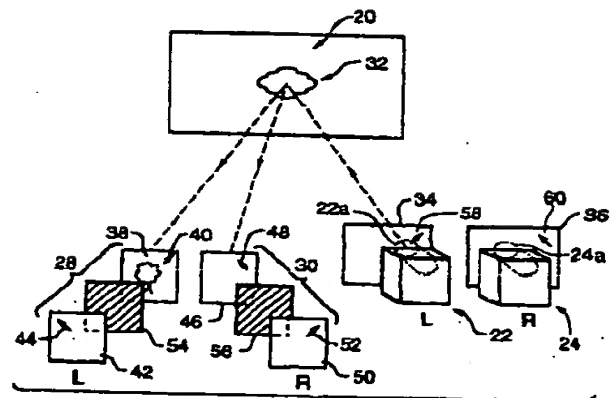


FIG. 2

【特許請求の範囲】

1. 左目画像および右目画像を連続して交互に表示し、この交互の画像表示と同期して各電気光学液晶シャッタを用いて左目画像が表示された時には観察者の右目を遮り、右目画像が表示された時には観察者の左目を遮り、各シャッタは第1偏光軸を有する前方直線偏光フィルタと、この第1軸に対して一定角度をなす第2偏光軸を有する後方偏光フィルタとを有している、立体画像の表示方法において、

各液晶シャッタは、各前方直線偏光フィルタの第1偏光軸が互いに一定角度を成すように方向付けられており、

スクリーン上に画像を投影し、投影された光を左目画像が観察者の左目用の電気光学シャッタの第1軸に平行な軸に沿って偏光され、また、右目画像が観察者の右目用の電気光学シャッタの第1軸に平行な軸に沿って偏光されるように直線偏光することによって画像が表示される方法。

2. 各液晶シャッタが、各前方直線偏光フィルタの第1偏光軸が互いに直交するように方向付けられ、投影された左目画像および右目画像も互いに直交した軸に沿って偏光される請求項1に記載の方法。

3. 左目画像および右目画像を別々の投影レンズを通して投影し、各レンズの正面に各偏光フィルタを配置して直線偏光する請求項1に記載の方法。

4. 左目画像および右目画像を連続して交互に表示する手段と、各電気光学液晶シャッタを用いて交互画像の表示と同期して左目画像が表示された時には観察者の右目を遮り、右目画像が表示された時には観察者の左目を遮る手段とを有し、各シャッタは第1偏光軸を有する前方直線偏光フィルタと、第1軸に対して一定角度をなす第2偏光軸を有する後方偏光フィルタとを有し、液晶シャッタは各前方直線偏光フィルタの第1偏光軸が互いに一定角度をなすように方向付けられている立体画像の表示装置において、

左目画像および右目画像を連続して交互に表示する手段が、スクリーン上に画像を投影する手段と、左目画像が観察者の左目用の電気光学シャッタの第1軸に平行な軸に沿って偏光され、また、右目画像が観察者の右目用の電気光学シャッ

タの第 1 軸に平行な軸に沿って偏光されるように、投影光を直線偏光する手段を有する表示装置。

5. 各液晶シャッタが各前方直線偏光フィルタの第 1 偏光軸が互いに直交するように方向付けされ、投影された左目画像および右目画像も互いに直交な軸に沿って偏光される請求項 4 に記載の装置。

6. 左目画像および右目画像が別々の投影レンズを通して投影され、レンズの正面に設けた各偏光フィルタによって直線偏光される請求項 4 に記載の装置。

7. 左目画像および右目画像を連続して表示する左目レンズおよび右目レンズを有し、各レンズは第 1 偏光軸を有する前方直線偏光フィルタと、第 1 軸に対して一定角度を成す第 2 偏光軸を有する後方偏光フィルタとを有する電気光学的な液晶シャッタを有し、液晶シャッタは各前方直線偏光フィルタの第 1 偏光軸が互いに一定角度をなすように方向付けられている、立体画像を見るための眼鏡。

【発明の詳細な説明】

立体画像の表示方法および装置

発明の分野

本発明は一般に立体ディスプレイに関するものであり、特に、立体動画像の投影方法に関するものである。

発明の背景

3次元立体画像表示では観察者にわずかに異なる2組の画像、すなわち左目から見える画像に対応するものと右目から見える画像に対応するものの2組の画像の組を示す必要がある。観察者の左目が左目用の画像の組だけを見ることができ、右目が右目用の画像の組だけを見ることができるよう2組の画像を見せると、観察者は3次元の画像を知覚することができる。

左目画像と右目画像を分ける方法は種々知られている。アナグリフ(anaglyph)では異なるカラーフィルタを使用する。一般には、左目画像と右目画像が異なる色すなわち赤と青で投影され、観察者は画像を分離するための赤フィルタと青フィルタを備えた眼鏡をする。この方法の基本的欠点は形成される3次元画像に色情報がない点にある。

画像を分ける他の方法は相互に消し合う偏光フィルタを使用する方法である。この方法では各偏光フィルタを偏光軸を互いに90°ずらして左目プロジェクタおよび右目プロジェクタの正面に配置する。観察者はプロジェクタ上の各フィルタと同じ向きの偏光フィルタを備えた眼鏡をかける。左目画像と右目画像とが同時にスクリーン上に現れるが、左目用の偏光光線だけがメガネの左目レンズを透過し、右目用の偏光光線だけが眼鏡の右目レンズを透過する。この方法はコストが安く、全ての色を3次元画像にすることができるが、望ましくない透過光がかなり生じ、その結果、不愉快なゴースト画像が形成されるという限界がある。その作用は例えば金属スクリーンコーティングで軽減できるが、スクリーンからの反射によって光の偏光特性がかなり変ってしまう。直線偏光器(もっとも効果的である)を用いた場合には、観察者が頭を左右に傾けるほどゴースト画像が増加する。

公知の第3の方法は、左目画像と右目画像とを時間的に多重化する方法で、左目画像と右目画像とを交互に示し、従って、スクリーン上には常時1つの画像だけが存在する。観察者は交互に1方の目の視界のみを遮る眼鏡をかけ、従って、各目には正しい画像だけが見える。換言すれば、左目画像がスクリーンに投影された時には眼鏡の左目レンズは透明で、右目レンズは不透明であり、スクリーン上の画像が右目画像になると、眼鏡の左目レンズが不透明になり、右目レンズが透明になる。一般に、眼鏡は電気光学的液晶シャッタを有し、バッテリー駆動される。この方法では頭の傾きに起因する望ましくない透過光の問題が大きく解決され、偏光を維持する特別なスクリーンを必要としない。

この時間多重化立体画像表示法を用いた液晶シャッタは、通常2枚のガラスシートの間には薄い液晶材料層を挟んだ液晶セルの両側に設けられた少なくとも2つの直線偏光器からなる消光シャッタである。一般に、2つの偏光器は各軸が直交するように方向付けられており、液晶材料は電界で変化する可変偏光器の役目をする。このシャッタは不透明な状態では光線の大部分を遮るが、透明状態の時の透過性は入射光線の約25～30%程度に制限される。また、コントラストの高い場面、例えば白色背景に対して暗色の図柄がある場合のこの液晶シャッタの消光状態は良くないということが分かっている。さらに、この消光不良はイマックス社 (Imax Corporation) が使用しているような「広い」スクリーンの隅の領域で顕著に起こる。

3次元動画画像の品質評価には2つの長所指標すなわち最大透過率と消光比とが用いられる。最大透過率はプロジェクタによって生成される光線が実際に観察者の目に達するパーセンテージである。消光比は系から漏れる正しくないすなわち望ましくない画像の明るさに対する正しいすなわち望ましい画像の明るさの比で定義される。3次元動画画像投影装置では消光比が観察者がゴーストをどれだけ知覚するかの指標である。

本発明の目的はゴーストを減少または無くした改良された立体画像分離方法を提供することにある。

発明の概要

本発明が提案する立体画像の表示方法は、対応する左目画像および右目画像を連続して交互に表示し、各電気光学液晶シャッタを用いて画像の交互表示と同期して左目画像が表示された時には観察者の右目を遮り、右目画像が表示された時には観察者の左目を遮り、各シャッタは第1偏光軸を有する前方直線偏光フィルタと、第1軸に対して一定角度を成す第2偏光軸を有する後方偏光フィルタとを有し、各液晶シャッタは各前方直線偏光フィルタの第1偏光軸が互いに一定角度をなすように方向付けられ、スクリーン上に画像を投影し、左目画像は観察者の左目用の電気光学シャッタの第1軸に平行な軸に沿って偏光し、また、右目画像は観察者の右目用の電気光学シャッタの第1軸に平行な軸に沿って偏光されるように、投影光を直線偏光して画像を表示する。

「平行な」という用語は広い意味に解釈すべきことは理解できよう。従って、正確な平行は理想条件であるが、許容可能な結果は数度の偏差のある状態でも得ることができる。

本発明は立体画像の表示品質を良くし、「ゴースト」を減少または無くすものである。「交互の目」方式の3次元動画画像用の各液晶シャッタの前方偏光器の偏光軸をオフセットにし、また、偏光され「整合」した左目画像および右目画像を交互に表示することによって画像間のいわゆる「クロストーク」干渉（およびその結果としてのゴースト）は最小になる。現在使用されている電気光学シャッタでは望ましくない画像を消光させるのは限界であり、その結果、望ましくない画像情報の「漏れ」が発生するのは不可避である。既に述べたように、本発明では整合した偏光器を用いて望ましくない画像を除去する。本発明方法によって高いレベルの最大透過率と許容可能な背景コントラストを維持したまま、装置の消光比を劇的に改良することが可能になるということが分かった。

対応する左目画像および右目画像が時間的に重なることがある点に注意されたい。これでゴーストがある程度発生するが、最大透過率のレベルが改良する。従って、本明細書中で画像の「交互」表示とは（従来技術の時間多重化装置の場合のように）画像を分離して表示されなければならないということではない。

動画画像投影装置に应用される実際の実施例では、投影偏光器の偏光軸が各液晶

眼鏡レンズの前方で直線偏光器の軸に平行になるように整列させた立体動画像投影装置の投影レンズの正面に直線偏光フィルタを配置する。

例えば、左目用の液晶眼鏡シャッタは偏光軸が垂直線に対して時計回りに 45° になるように方向付けされた第 1 直線偏光器を有し、立体動画像プロジェクタの左目レンズの正面に配置された直線偏光器も同一方向すなわち垂直線から時計回りに 45° を向いている。同様に、右目用の液晶眼鏡シャッタは偏光軸が垂直線に対して反時計回りに 45° になるように方向付けされた第 1 直線偏光器を有し、立体動画像プロジェクタの右目レンズの正面に配置された直線偏光器も垂直線から反時計回りに 45° を向いている。

上記の配置にすることによって全体の明るさはわずかに損なわれるが、知覚可能なゴーストは大幅に減少する。明るさの損失は光路内に直線偏光器を加えたことによって生じたものであり、約 10% である。一般に、この程度の明るさの損失は明るい画像を得るのが一般に困難な劇場の大型スクリーンの広い 3 次元動画像では問題にはならない。

本発明は、さらに、対応する立体画像の表示装置および本発明で使用される眼鏡を提供するものである。

図面の簡単な説明

本発明は、従来法と比較して図示した添付図面を参照した本発明の好ましい実施例の説明からより良く理解できよう。

第 1 図は従来法の「交互の目」方式の 3 次元動画像投影装置の概略図。

第 2 図は本発明の方法および装置の図 1 と同様な図。

第 3 図は時間的に多重化した本発明による左目画像と右目画像を示す 4 つのグラフ。

好ましい実施例の説明

第 1 図には動画像投影用スクリーン 20 上に各画像を連続投影するための 1 対の動画像プロジェクタ 22, 24 が示されている。

図では 2 つのプロジェクタが示されているが、単一の立体動画像プロジェクタにすることができるということは理解できよう。このプロジェクタの一例は米国

特許第4,966,454号 (Toporkiewictz) に開示されており、この文献の内容は本明細書に参照として含まれる。図1では、2つのプロジェクタを使用し、「左目」画像と「右目」画像とを各投影レンズ22a, 24aを通して交互にスクリーン20上に投影する。

スクリーン20上に投影された画像を見る観察者は1対の「交互の目」式の3次元動画像眼鏡26をする。この眼鏡26は液晶シャッタの形をした左目レンズ28および右目レンズ30を有している。各シャッタはスクリーン20上の画像の投影と同期化して交互にトリガされ、左目画像がスクリーンに現れた時には右目レンズ30が不透明になり（観察者の右目を遮る）、逆に、右目画像がスクリーンに現れた時には左目レンズが不透明になって観察者の左目を遮る。この種のシャッタ自体は公知で、例えば米国特許第4,424,529号 (Rose達) に記載されている。この文献の内容も本明細書に参照として含まれる。レンズ28, 30は図2に関して以下で詳細に説明する。ここでは、このシャッタは光線を適度に有効に遮断するが、コントラストの高い場面、例えば白色の背景に対して暗色の図柄を見る場合に、光線の一部が漏れ、その結果、許容できないゴーストが生じる可能性があるということが分かれば十分である。また、イマックス社が用いているような「広い」スクリーンの角領域では消光不良が顕著である。

図1から分かるように、左目画像はプロジェクタ22からスクリーン20に投影された時には、眼鏡26の左目レンズ28は透過状態にあり、右目レンズ30は不透明であり、スクリーン20上の画像32は眼鏡の左目レンズ28を通してはっきりと見える。しかし、ゴースト画像32aが不透明な眼鏡の右目レンズ30を通して漏れ、観察者に不愉快な知覚を与える。右目画像が投影され、眼鏡の左目レンズが不透明になると、当然、逆の状況が生じる。すなわち、右目画像の不愉快な「ゴースト」が不透明な左目レンズ28を通して漏れる。

図2には図1と同じ部品が示されているが、直線偏光フィルタ34, 36がプロジェクタ22, 24の各投影レンズの正面に配置されている。さらに、図2には眼鏡26の2つのレンズ28, 30が示されている。

一例としてレンズ28を参照すると、このレンズ28は40で示す偏光軸を有する前方偏光フィルタ38と、この前方偏光フィルタの軸40に対して一定角度だけ（例え

ば90°だけ)傾いた偏光軸44を有する後方偏光フィルタ42とを有している。同様に、レンズ30は偏光軸48を有する前方偏光フィルタ46と、この軸48に対して一定角度だけ傾いた偏光軸52を有する後方偏光フィルタ50とを有している。各レンズの2つの偏光器の間には2つのガラスシートの上に薄い液晶材料層を挟んだセルが設けられている。2つのセルは各々54, 56で示されている。公知のように、この液晶材料は電界によって変化する偏光器の役目をする。すなわち、透過状態では光線が前方偏光器と後方偏光器との間を通る時に、液晶材料が「ねじれ」て、光線はレンズを通して透過する。「オフ」状態では2つの偏光器の偏光軸が整合しないため、このねじれ効果は生じず、光線は透過しない。

本発明では、各眼鏡レンズの前方直線偏光フィルタ38, 40がその偏光軸(40, 48)が互いに一定角度、好ましくは90°(直交)になるように配置される。

各プロジェクタ22, 24のレンズの正面に配置された2つの偏光レンズ34, 36は眼鏡の各右目レンズと左目レンズの前方偏光フィルタ38, 40に合されている。換言すれば、プロジェクタ22(左目画像プロジェクタ)の正面にあるフィルタ34はその偏光軸(58)は眼鏡の左目レンズ28の前方偏光器38の偏光軸40に平行になるように配置される。同様に、右目画像プロジェクタ24の正面に配置されたフィルタ36はその偏光軸(60)が右目レンズ30の前方偏光器46の偏光軸48に平行になるように配置される。図2で示す例では左目画像はスクリーン20に投影され、例えばフィルタ34の軸58で示されるように垂直線から時計回りに45°に偏光される。画像光線が偏光されていない図1の場合に比べて、眼鏡26の右目レンズ30を通る漏れは存在し得ない。図2の実施例では、右目レンズ30に入る任意の左目画像の光線は最初に直交偏光(垂直線から反時計回りに45°)している前方偏光器46に入るので、左目画像光線の右目レンズに対する漏れは存在しなくなる。右目画像が投影され、眼鏡の左目レンズ28が不透明状態である時には、当然、逆の状況が生じる。

上記の配置にすることによって全体の明るさはわずかに損なわれるが知覚可能なゴーストは大幅に減少する。図1の場合に比較して明るさの損失は光路内に付加した直線偏光器によって一般に約10%になるが、この程度の明るさの損失は一般に明るい画像を得るのが困難な劇場用の大型スクリーンの広い3次元動画像で

は

問題にならない。この明るさの損失は許容でき、実際には障害にはならないということが実験で確認されている。

図を明瞭にするために、図3では交互投影される本発明方法の左目画像と右目画像が簡単に示されている。左目画像と右目画像は交互に表示され、眼鏡は同じ時間周期で反対にトリガされる。左目画像および右目画像はサイクルの「オン」および「オフ」部分が等しい長さ（50/50デューティ比）である反復オン／オフサイクルで交互に表示される。従って、スクリーン上に左目画像および右目画像が同時に存在することは決してない（しかしこれは必須要素ではない）。左目画像が投影された時には1対の3次元眼鏡の左目レンズは透明であり（時間T）、一方、右目レンズは不透明である（時間0）。また、右目画像が投影された時には左目レンズは不透明である。

左目画像および右目画像の交互投影は、例えば互いに同期化された2つのプロジェクタを使用する2つの別個のフィルムから画像を投影することによって実現される。また、2つのフィルムストリップからいわゆる「交互画像」投影が可能な単一回転ループプロジェクタを使用することもできる。どちらの場合も、画像を異なる偏光にするための設備が必要である。

観察者が付けた眼鏡に内蔵された電気光学シャッタは画像の投影と同期して駆動される。これは種々の方法で実施でき、例えば1つまたは複数のプロジェクタと同期化してシャッタをトリガする電気回路で実施できる。米国特許第5,002,387号（Baljet達）には赤外線信号を用いて時間多重化立体装置で従来の遮断シャッタを同期化する投影同期装置が記載されている。この特許の記載内容も本明細書の一部をなす。

従来法と比較した本発明の利点を以下さらに示す。

本発明方法の長所指標は整合偏光器を投影レンズに加えた効果を含めて比較計算することができる。下記の表は本発明の利点を示している。表の第1列は投影レンズの正面と観察者が付けてた眼鏡内とに直線偏光器を用いた従来法の3次元動画像投影方法の3つの画像品質長所指標であり。第2の列は本発明の3次元方法

の2つの長所指標である。本発明のシャッタの消光比は劇的に（10,000%以上）大きくなる。本発明方法を用いた場合には、最大透過率はわずかに減少するが、おれ

は無視でき、3次元表示の品質全体が本発明方法を使用することで大きく改良される。

長所指標表

	LCシャッタ	本発明
透過率	30%	$30 \times 0.9 = 27\%$
消光比（軸オン）	150:1	15,000:1
消光比（軸オフ）	10:1	1,000:1

本発明従来装置の複数の制約および欠点を解消するものである。本発明は特にコントラストの高い場面で高い消光比を示し、頭の傾きによって生じるゴーストに影響されない3次元画像分離方法を提供する。

上記の説明は本発明の好ましい実施例を示したもので、本発明の範囲を限定するものではない。例えば、偏光フィルタの代りに色または波長帯通過フィルタ等の他の光学的消光フィルタを使用することもできる。

【図1】

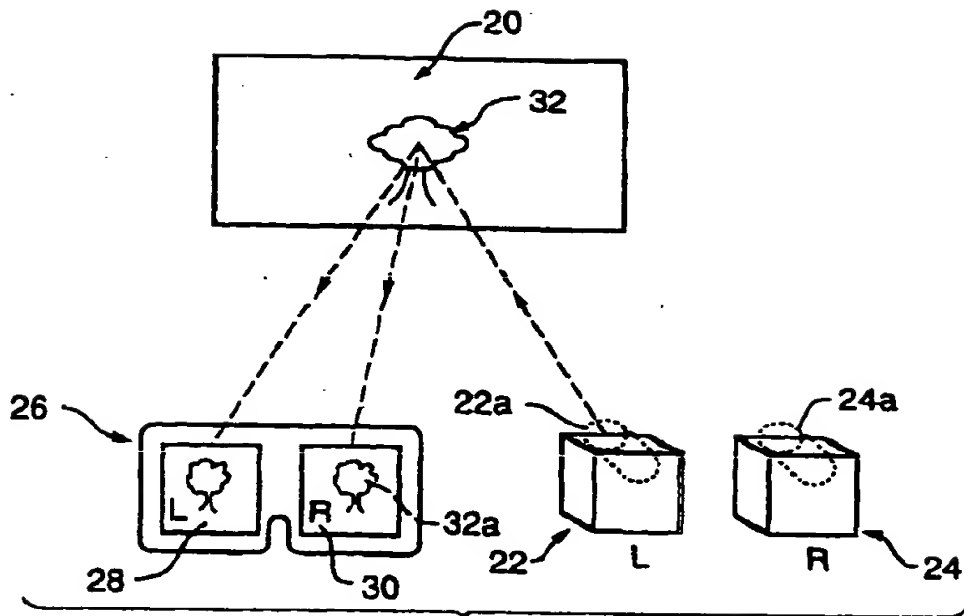


FIG.1(従来技術)

【図2】

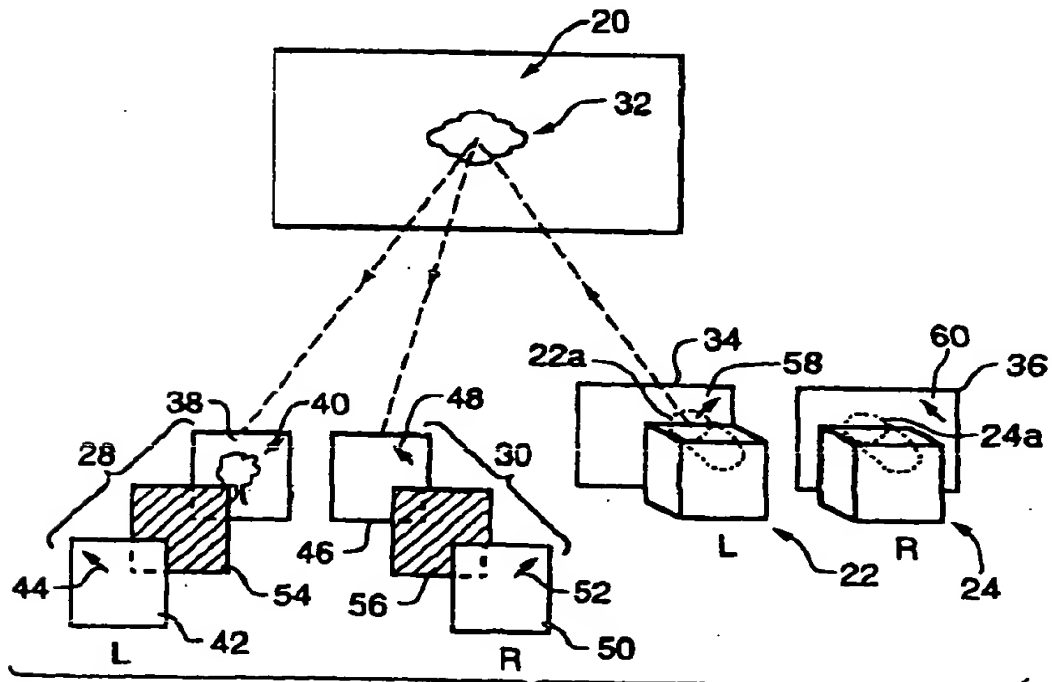
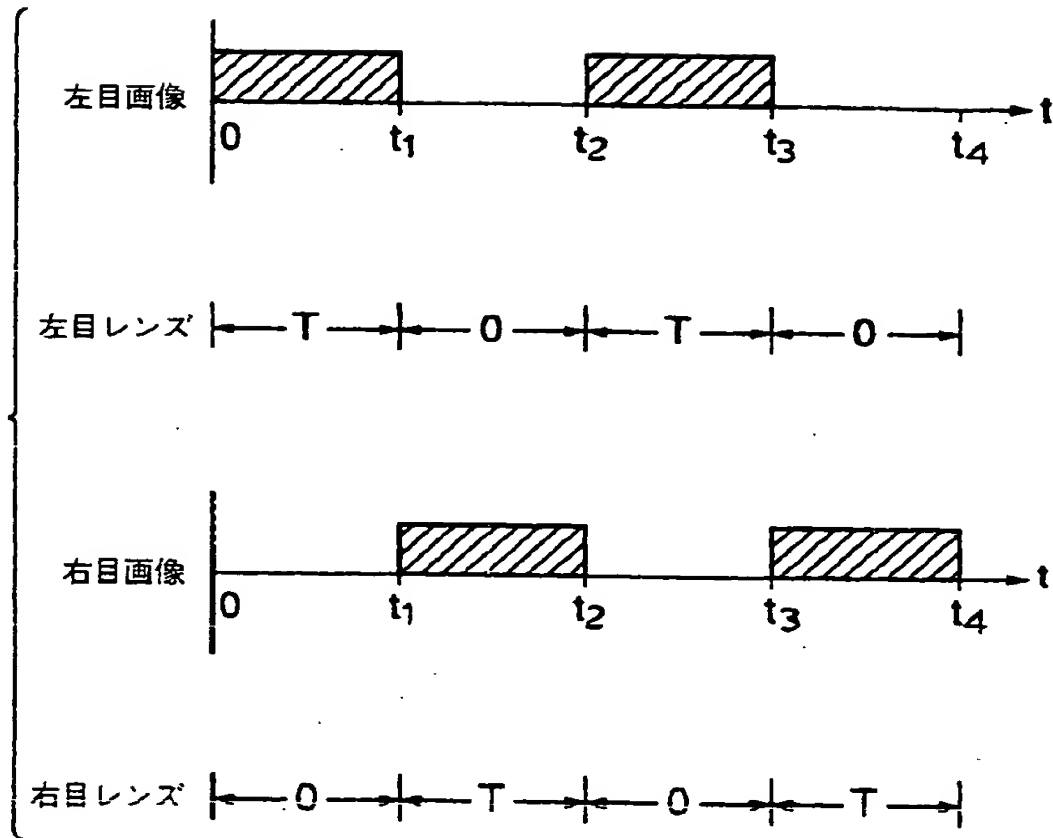


FIG.2

【図 3】



(国際調査報告)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

 Intern: al Application No:
 PCT/CA 96/00221

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 6 G03B35/16 G03B35/26		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 6 G03B H04N		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO,A,94 14104 (IMAX CORPORATION) 23 June 1994 see page 7 - page 17; figures 1-4 ---	1,3,4,6
A	US,A,4 424 529 (J.A.ROSES) 3 January 1984 cited in the application see column 4 - column 14; figures 1,2 -----	1,2,4,7
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reasons (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "A" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 19 July 1996		Date of mailing of the international search report 24. 07. 96
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.O. Box 1201, D-50452 Cologne, Germany		Authorized officer

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No.

PC1/CA 95/08221

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO-A-9414104	23-06-94	US-A- 5402191	28-03-95
		AU-B- 5621194	04-07-94
		EP-A- 0673518	27-09-95
		JP-T- 8504517	14-05-96

US-A-4424529	03-01-84	US-A- 4214267	22-07-80
		AU-B- 6802781	10-09-81
		JP-A- 56140317	02-11-81

フロントページの続き

(72)発明者 バルジェット, アントン, エル.
カナダ国 エル 6 エイチ 1 ケイ 5 オン
タリオ オークヴィル マンスフィールド
ドライブ 155

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☐ FADED TEXT OR DRAWING

☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.